

# Universidad del Salvador

## Carrera:

**"Licenciatura en Ciencias de la Actividad Física y Deportiva"**

## Tesis:

**"Comportamiento del Acido Láctico durante un Test Indirecto de Máximo Consumo de Oxígeno"**



USAL

**Tesista: Profesor Marcelo Luis Cardey**  
**Directora de Tesis: Licenciada Blanca Rizzo**

**Año 2003**

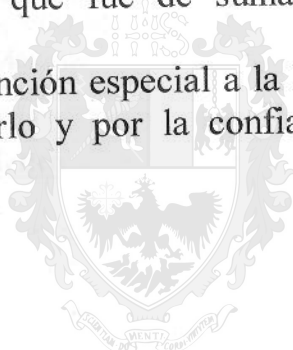
## **Palabras de agradecimiento:**

El desarrollo de un trabajo de Investigación, como la presente Tesis, es el punto final de una nueva etapa en la evolución de un profesional, y es sumamente importante agradecer a todas aquellas personas, que a lo largo de nuestra carrera nos han acompañado, y nos brindaron lo mejor para nuestro crecimiento.

Es por ello que en principio agradezco profundamente a mis padres, Ana y Eduardo, como símbolos de mi evolución como persona durante mi vida, a mi esposa Carolina quién me estimulo para poder lograrlo, y a mis hijos por quienes se lucha a diario, por progresar en la vida y dejarles una buena imagen como padre.

No debo olvidarme de mis grandes amigos, como mi hermano Javier Vilamitjana "Tato" con quien me siento reflejado por su grado de profesionalismo y con quien comparto las mayores experiencias en mi vida profesional. Agradezco a la Licenciada Blanca Rizzo en la conducción y aporte científico en mi Tesis, que fue de suma importancia para mi desarrollo Investigativo.

Por último quiero hacer una mención especial a la Lic. Blanca Tobías por darme la oportunidad de lograrlo y por la confianza depositada en mí durante estos años.



USAL  
UNIVERSIDAD  
DEL SALVADOR

  
AREA FISILOGIA  
Prof. MARCELO CARDEY  
TECNICO EVALUADOR  
C. E. N. A. R. D.

# Indice

## “Introducción”

♦ Planteo del Problema	Páginas 1
♦ Justificación y Fundamentación	
♦ Viabilidad	2
♦ Objetivos	
♦ Población y Muestra	
♦ Materiales y Métodos	3-16

## Parte I: Marco Teórico

### Capítulo I : Consumo Máximo de Oxígeno

	17
1.1- Determinantes del Máximo Consumo de Oxígeno	18
1.2- Gasto Cardíaco	19-20
1.3- Diferencia arteriovenosa de oxígeno	21-22
1.4- Importancia de las respuestas del $\text{VO}_2$ durante el ejercicio	23-24
1.5- Concepto de Consumo Máximo de Oxígeno	25
1.6- Criterios para la determinación del $\text{VO}_2$ Máximo	26-28
1.7- Mecanismos limitantes del $\text{VO}_2$ Máximo	29
1.8- Valores normales del $\text{VO}_2$	30

### Capítulo II: Metabolismo del Acido Láctico

2.1- Caminos del Lactato Intra y Extracelulares	31
2.2- Hipótesis sobre la utilización del Acido Láctico	32
2.3- La Lanzadera del Lactato	33
2.4- Destino del ácido Láctico (Fisiología de su remoción)	34-37
2.5- Redistribución del Glucógeno Muscular	38
2.6- Sistema Metabólico Básico, “Fatiga” desarrollo general	71

## Parte II

♦ Hipótesis	72
-------------	----

## Parte III

### Capítulo III:

3.0- Tablas y datos obtenidos	73
3.1- Análisis estadísticos y correlaciones	74
3.2- Gráficos	75-80

## Parte IV

♦ Conclusiones	81-82
♦ Discusiones	83
♦ Referencias Bibliográficas	

## Introducción

En los últimos años, hemos realizado numerosas evaluaciones, para cuantificar el estado de forma de un individuo entrenado su consecuente relación de dichos parámetros con el Entrenamiento.

El Objetivo de la Presente Investigación, está orientada a encontrar una correlación, entre un test de características Indirectas de Campo, el cual mide el máximo consumo de Oxígeno, con la acumulación de ácido láctico en sangre y el nivel de rendimiento.

En esta oportunidad hemos tomado muestras de sangre capilar arterializada, durante el test de Cooper, que tiene una duración de 12' de carrera continua; en el cual el individuo debe efectuar la mayor distancia disponible en la unidad de tiempo. Durante el ejercicio se procederá a observar el comportamiento del lactato intraesfuerzo, como así también el Inmediato y el postesfuerzo, tratando de estudiar el grado de participación del lactato en la prueba Aeróbica, y si existe una relación, con el grado de entrenamiento de cada deportista (atleta). A través de esta investigación nos proponemos brindar un dato de importancia, para la planificación de los entrenamientos, ya que presentamos datos concretos de evaluación de deportistas de alto rendimiento, determinando en este análisis que los resultados del test de cooper no se pueden tomar en forma liberal, sino que debe hacerse en forma muy crítica para poder conseguir una valoración real de la resistencia.

A pesar que un control preciso del entrenamiento, mediante la valoración del test de Cooper, solo será posible teniendo en cuenta dentro del proceso de planificación del entrenamiento, todas las cualidades físicas, por lo tanto es de suma importancia, realizar una muestra de lactato, para conocer como entrenador, en forma específica a un deportista, basándonos en el área biológica. Posteriormente en el desarrollo de la Investigación sustentaremos fisiológicamente los parámetros obtenidos.



USAL  
UNIVERSIDAD  
DEL SALVADOR

### ♦ Planteo del Problema de Investigación:

En los Test de velocidad continua, como el Test de Cooper que dura 12 minutos, si en el último minuto, el atleta realiza un cambio significativo de dicha velocidad, concluyendo el mismo con un Sprint final, ¿Existen fuertes relaciones entre el Máximo Consumo de Oxígeno y los niveles de lactato en sangre medido en dicha prueba?

### ♦ Justificación:

A través de la presente Investigación se procura establecer, que relación existe entre los incrementos de ácido láctico y Máximo Consumo de Oxígeno en atletas entrenados mediante la utilización de un test continuo, observando además que sucede cuando se modifica la velocidad de carrera, en el último minuto del test, ya que el individuo posee una gran fatiga previa de 11 minutos de trabajo.

### ♦ Fundamentación:

Es posible, mediante esta Investigación, aportar datos concretos sobre la evaluación de un Test indirecto de campo, para dejar un precedente de los que sucede en deportistas entrenados, y cuál serían las precauciones cuando se evalúan individuos con escasa condición física y a edades tempranas, sobre todo con los niños antes de los 12 años, que no se encuentran consolidados enzimáticamente.

### ♦ Viabilidad:

En la presente Investigación se eligió un Test de utilización General, como es el Test de Cooper, ya que es una forma viable de poder evaluar a un grupo de deportistas sin la necesidad imperiosa de aparatologías sofisticadas y mucho más costosas, que no se encuentran a la alcance de todos los entrenadores y preparadores físicos.

Por otra parte cuento con la posibilidad de que el test puede ser aplicado a diferentes poblaciones, solamente hay que contar con un espacio, preferentemente una pista de atletismo, o en algunos casos lo realizan en canchas de fútbol, basquet etc.

### ♦ OBJETIVOS:

El objetivo principal que se persigue demostrar, en la presente Investigación, es la importancia de mantener durante el Test de Cooper, un ritmo de carrera progresivamente acelerado, sin variabilidades bruscas de velocidad a modo de Sprint final, que puedan modificar la lectura del ácido láctico medido en sangre, evitando así interpretaciones erróneas, y facilitando al entrenador los medios indispensables para una adecuada planificación de entrenamiento

### ♦ Población y Muestra de Investigación.

Para llevar a cabo la siguiente Investigación, se utilizó una Población, compuesta por 20 deportista de Alto rendimiento, pertenecientes a diferentes Seleccionados Nacionales, de deportes de características Grupales o de Conjunto.

Los Individuos fueron elegidos en forma aleatoria, las edades se encuentran entre 19 y 27 años ( $\pm 8$ ), los pesos corporales entre 65 y 104.7 kg. (una **Media** de estudio sobre los 20 casos de 77 kilos y un **Desvío** de 18,8)



## ♦ Materiales y Métodos: (diseño del Protocolo)

### Descripción del Test:

De acuerdo con el Objetivo de nuestra Investigación, se procedió, a realizar evaluaciones, mediante la utilización de un test Indirecto de Campo que mide el Máximo Consumo de Oxígeno (VO2 Máx).

Las evaluaciones se llevaron a cabo con una Población de 20 deportistas de Alto Rendimiento, de edades entre 19 y 30 años, pertenecientes a los Seleccionados de Hockey Masculino, y Basquet Juvenil.

El Test elegido fue el Test de Cooper, que es el test más utilizado para averiguar la Capacidad de Rendimiento Aeróbico. Por este motivo hablaremos extensamente sobre él. El Test de Cooper se realiza normalmente en una pista de 400 metros.

En caso de no disponer de 400 metros puede efectuarse sobre una superficie plana, siempre y cuando cuente con una posible medición lo más específica posible para el evaluador.

De todas formas debe advertirse que la comparación interindividual sólo será relativamente indicativa, ya que depende de la tipología del corredor (corredores de fondo y de velocidad) y de la posición de juego; por ejemplo un jugador de medio campo necesita una capacidad de resistencia superior que un jugador de defensa, con lo cual pueden esperarse diferentes capacidades de resistencia.

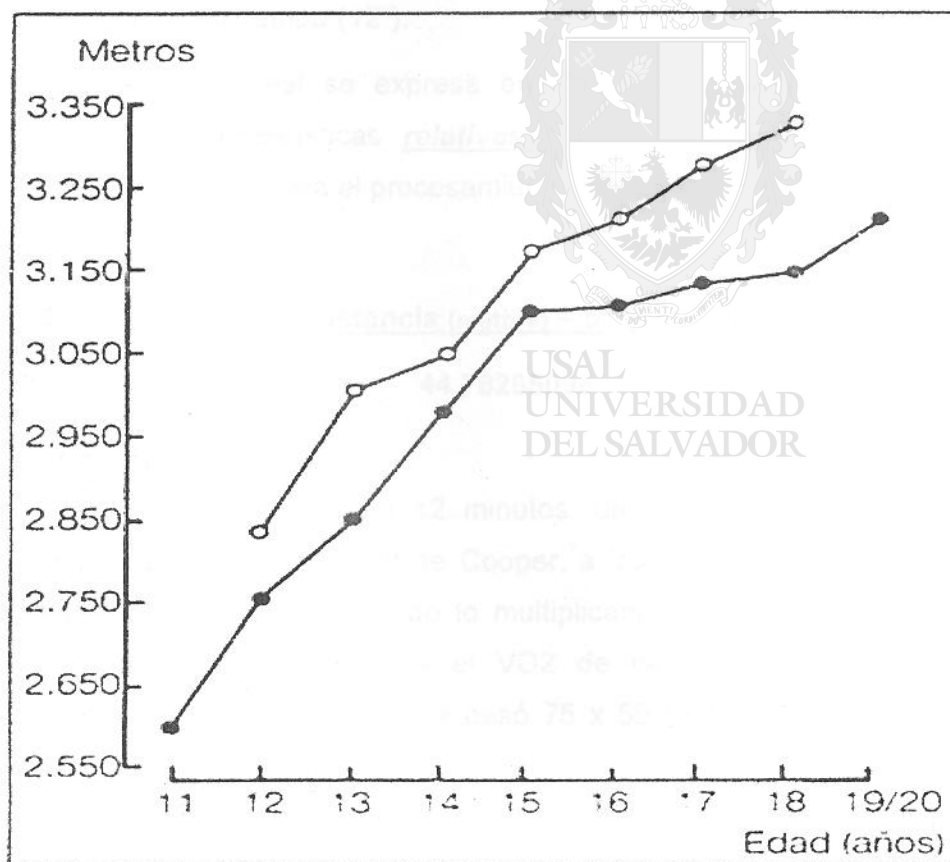
Es entonces muy interesante la comparación con jugadores de la misma clase deportiva o del mismo posición de juego.

Si observamos la valoración de los resultados del test de Cooper, en lo referente a la Potencia Aeróbica, depende del estado de entrenamiento o nivel de entrenamiento del individuo, como además de la edad y del sexo.

El desarrollo de la resistencia de los niños que practican un deporte de rendimiento (determinado por el Test de Cooper) durante la infancia y la juventud hasta la edad madura no se efectúa de forma lineal, sino que tiene la subida más aguda en las edades que van entre 11 y 15 años.

**Figura 1: Desarrollo de la capacidad de Resistencia según edad y sexo**

(Muller 1991)





Si se compara el desarrollo del rendimiento en el Test de Cooper con el desarrollo del Consumo Máximo de oxígeno en chicos y jóvenes en los períodos de 11 y 12 años, hasta los 18 años, pueden determinarse que ambos parámetros de rendimiento están en una adecuada correlación una con otra. APOR (1988) demostró que los valores máximos de consumo de oxígeno en los chicos y en los jóvenes apenas variaban, mientras que los del Cooper mejoran notablemente.

Según la Longitud (distancia) recorrida en 12 minutos pueden sacarse conclusiones sobre la capacidad de resistencia de un deportista.

Según el Protocolo el individuo debe realizar el test a una velocidad uniformemente acelerada, tratando de sumar la mayor cantidad de metros en esa unidad de tiempo (12").

El resultado del Test se expresa en Valores de Máximo Consumo de Oxígeno de características relativas (ml/kg/min), y además posee una fórmula estadística, para el procesamiento de los datos que es la siguiente:

$$VO_2 \text{ Máx (ml/kg/min)} = \frac{\text{Distancia (metros)} - 504,0941662}{44,78265098}$$

44,78265098

**Ejemplo:**

Si un deportista recorrió en 12 minutos, una distancia de 3000 metros, utilizando la fórmula del Test de Cooper, a los 3000 - 504 % 45 es = 55 ml/kg/min . Si al valor obtenido lo multiplicamos por el peso corporal del individuo evaluado obtenemos el VO<sub>2</sub> de características Absolutas en Lts/min. Ejemplo: si el deportista pesó 75 x 55 (ml/kg/min) = 3.500 Lts/min (absoluto).